Aus der Neurologischen Universitätsklinik und Poliklinik Würzburg

Direktor : Prof. Dr. H.G. Mertens

und der Abteilung für Neuroradiologie in der Kopfklinik der Universität Würzburg

Leiter : Prof. Dr. M. Nadjmi

COMPUTERTOMOGRAPHISCHE BEFUNDE BEI PATIENTEN MIT CEREBRALEN ANFÄLLEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Monika Hekman

aus Stockstadt/Main

Würzburg, den 6.5.1981

Aus der Neurologischen Universitätsklinik und Poliklinik Würzburg
Direktor : Prof. Dr. H.G. Mertens
und der Abteilung für Neuroradiologie in der Kopfklinik der Universität Würzburg
Leiter : Prof. Dr. M. Nadjmi

COMPUTERTOMOGRAPHISCHE BEFUNDE BEI PATIENTEN MIT CEREBRALEN ANFÄLLEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Monika Hekman
aus Stockstadt/Main

Würzburg, den 6.5.1981

Referent :	Priv.Doz. Dr. F.L. Glötzner
Korreferent :	Prof. Dr. H.G. Mertens
Dekan :	Prof. Dr. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung : 27.7.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

I) EINLEITUNG 1

II) KRANKENGUT UND METHODIK 4

III) PROBLEMSTELLUNG 7

IV) ERGEBNISSE 8

1) Computertomographische Befunde 8
2) EEG-Befunde 9
3) Anfallstyp und computertomographischer Befund..10
4) Anfallstyp und EEG-Befund 13
5) Vergleich der CT- und EEG-Befunde 14
6) Beziehung zwischen Anfallstyp und neurologischem Untersuchungsbefund 14
7) Beziehung zwischen neurologischem und computertomographischem Befund 15
8) Gegenüberstellung von Anfallshäufigkeit, Beginn des Anfallsleidens und computertomographischen Ergebnissen 16
9) Anfallsätiologie und CT-Befund 18
10) Vergleich der computertomographischen Diagnostik mit Angiographie und Pneumenzephalographie 20
11) Vergleich der klinischen Befunde bei Patienten mit hypodensen Zonen und Patienten mit Hirnatrophie 21
12) Kindliche Anfallspatienten 22
13) Computertomographische Befunde bei Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden 23

V) DISKUSSION 28

VI) ZUSAMMENFASSUNG 36

VII) LITERATURVERZEICHNIS 39

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543520_0072

I) E I N L E I T U N G

Die axiale Computertomographie ist eine Röntgentechnik, bei der durch Messung der Strahlenabsorption der Gewebe einer bestimmten Schädelschicht, die aus 180 oder 225 verschiedenen Richtungen durchstrahlt wird, mit Hilfe eines Computers Absorptionsdiagramme auf einem Bildschirm entstehen. Diese Computertomogramme zeigen Schädelschichtbilder, die aus 160 x 160 Bildpunkten zusammengesetzt sind und die verschiedenen intrakraniellen Strukturen aufgrund deren unterschiedlicher Strahlenabsorption mit großer Detailgenauigkeit klar erkennen lassen (1,16,20,23). Am gesunden Gehirnschädel lassen sich im wesentlichen sieben Qualitäten voneinander abgrenzen : Schädelknochen und intrakranielle Kalzifikationen, graue Hirnsubstanz, Marksubstanz, Liquor, Fett und Luft. Ferner können Gefäße und Blutleiter, die nach intravenöser Kontrastmittelinjektion eine Dichtezunahme aufweisen, nachgewiesen werden (52).

Physikalische Grundlagen und Methodik der Computertomographie

Es ist das Verdienst von W.H.OLDENDORF, als erster auf die Möglichkeit einer neuartigen radiologischen Untersuchungstechnik zur zweidimensionalen Darstellung von Absorptionsdifferenzen eines Mediums hingewiesen zu haben. Im Jahre 1961 konnte er in Experimenten nachweisen, daß es durch quantitative Messung der Absorption eines kollimierten Gammastrahlenbündels in einem inhomogenen Medium bei wechselnden Strahlenrichtungen gelingt, Bezirke unterschiedlicher Dichte in ihrer räumlichen Anordnung innerhalb des Objektes darzustellen.
Eine Weiterentwicklung seiner Erfindung zu einer brauchbaren diagnostischen Untersuchungsmethode konnte OLDENDORF nicht realisieren.
Unabhängig von OLDENDORF entwickelte der englische Physiker G.N.HOUNSFIELD in einem vierjährigen Forschungsprojekt der Firma EMI Limited unter Anwendung eines ähnlichen Grundprinzips mit dem EMI-Scanner ein für den Schädel konzipiertes Röntgentomographieverfahren, mit dem es erstmalig möglich war,

minimale Dichtedifferenzen innerhalb des Hirngewebes in einem axialen Schichtbild zur Darstellung zu bringen und quantitativ zu analysieren. Das Prinzip der Methode basiert auf der quantitativen Registrierung der Absorption eines gebündelten Röntgenstrahls in einer genau definierten Gewebsschicht aus zahlreichen Strahlenrichtungen, wobei aus der Summe der Absorption mit Hilfe eines mathematischen Rechenprogramms und digitaler Computertechnik Absorptionswerte für zahlreiche Einzelareale der durchstrahlten Schicht rekonstruiert werden (2,26,27,33,40).

Verwendung findet eine Röntgenröhre mit hoher Dauerleistung, die in der Regel mit 120 kV und 33 mA betrieben wird. Die Röntgenröhre sendet ein schlitzförmig kollimiertes Strahlenbündel von 26 mm x 3 mm aus und bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit in einer vorher genau festgelegten Ebene tangential zum Schädel. Die Absorption der Röntgenstrahlung wird dabei durch entsprechende Meßanordnung für zwei benachbarte Schichten von jeweils 13 mm Dicke mit Hilfe von Kristalldetektoren fortlaufend gemessen. Bei einem Bewegungsablauf werden pro Schicht 240 Meßdaten registriert und nach Analog-Digitalumwandlung dem vorprogrammierten Computer zugeführt. Dieser Meßvorgang wird 180 mal wiederholt, wobei Röntgenröhre und Detektoren jeweils um ein Grad zur Schädelachse geschwenkt werden, so daß die Absorption der benachbarten Schichten aus 180 verschiedenen Strahlenrichtungen gemessen wird. Aus den so gewonnenen 43200 Meßdaten, welche die Summe der Strahlenabsorption einer Schicht repräsentieren, werden bereits während des Untersuchungsvorganges mit Hilfe des Computers die Absorptionsdaten für 25600 Einzelareale der Schicht, entsprechend einer Matrix von 160 x 160, rekonstruiert. Das entspricht einer Auflösung der Gewebsdichtedifferenzen in Arealen von 1,5 mm x 1,5 mm x 13 mm. Die Absorptionsdifferenzen können in Grauabstufungen von schwarz bis weiß in einem Tomogramm an einem Kathodenstrahloszillographen zur Darstellung gebracht werden. Das Schichtbild wird routinemäßig mit einer Polaroidkamera aufgenommen, und die Absorptionswerte einer Schicht können zusätzlich als Maßzahlen in Form eines Zahlenbildes ausge-

druckt werden. Mit Hilfe des Computers kann ferner die Dichteverteilung in jedem gewünschten Bezirk in einem Histogramm ausgedruckt werden, wobei gleichzeitig auch die Standardabweichung der Absorptionswerte ermittelt wird. Eine sofortige Orientierung über die Absorptionswerte einer Läsion ist am Sichtgerät möglich (2).

Mit der Computertomographie können in äußerst zuverlässiger Weise Erweiterungen der Liquorräume, Hämatome, Zysten, Erweichungsherde und vor allem Hirntumoren erfaßt werden (20,22,41, 47,48).

Der Untersuchungsvorgang für eine Doppelschicht dauerte bei einem älteren Gerät, auf das sich diese Beschreibung bezieht und mit dem unsere Patienten untersucht wurden, fünf Minuten; dank technischer Weiterentwicklung benötigen moderne Geräte wesentlich weniger Zeit für die einzelnen Untersuchungsabschnitte.

Die Strahlenbelastung des Patienten ist relativ gering und entspricht im Bezug auf eine Doppelschicht ungefähr der Strahlenbelastung einer konventionellen Röntgen-Schädelaufnahme in einer Ebene. Die Gonadenbelastung beträgt weniger als 0,1 mrad für jede Doppelschicht (3).

II) K R A N K E N G U T U N D M E T H O D I K

Im Laufe des Jahres 1977 wurden 136 ausgewählte Patienten mit cerebralen Anfällen computertomographisch untersucht. Von unseren 136 Anfallspatienten waren 81 männlichen und 55 weiblichen Geschlechts, das Alter des jüngsten Patienten betrug 6 Monate und das des ältesten 76 Jahre. Über die genaue Altersverteilung gibt nachfolgende Abbildung Auskunft.

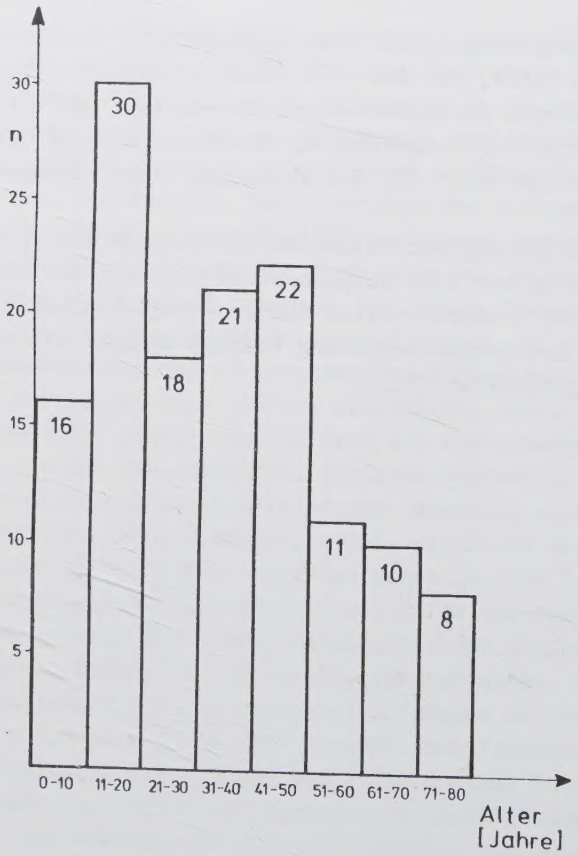

Abbildung 1 : Altersverteilung aller Patienten (n=136)

Untersuchungsablauf :

Die Computertomographie kann im allgemeinen ohne jede Vorbereitung des Patienten vorgenommen werden. Bei Kranken, die aufgrund von Bewußtseinsstörungen, psychischen Veränderungen, motorischer Unruhe und mangelnder Kooperationsfähigkeit erwarten lassen, daß sie während der 20 bis 40 Minuten dauernden Standarduntersuchung den Kopf nicht andauernd ruhig halten können, muß zur Erzielung optimaler Untersuchungsbedingungen in der Regel die Computertomographie in Allgemeinnarkose durchgeführt werden. Kinder bis zum dritten Lebensjahr werden grundsätzlich in Narkose untersucht (4).

Entsprechend der Empfehlung der Internationalen Liga gegen Epilepsie von 1970 untergliederten wir die Anfälle in generalisierte Anfälle, Partialanfälle, unilaterale oder vorwiegend unilaterale Anfälle und unklassifizierbare epileptische Anfälle (49). Unter die generalisierten Anfälle fielen Grand mal-Anfälle und altersgebundene kleine Anfälle (BNS-Krämpfe, myoklonisch-astatische Anfälle, Absenzen und myoklonisch-impulsive Anfälle). Die Partialanfälle untergliederten wir in Partialanfälle mit elementarer Symptomatologie (syn. elementar fokale Anfälle), Partialanfälle mit komplexer Symptomatologie (syn. psychomotorische Anfälle) und sekundär generalisierte Partialanfälle. Die genaue Aufteilung der einzelnen Anfallsformen gibt Tabelle 1 wider (Seite 6).
Die überwiegende Mehrzahl der Patienten litt an primär generalisierten Grand mal - Anfällen. Als zweithäufigsten Anfallstyp registrierten wir elementar fokale Anfälle. Unser besonderes Interesse fanden primär generalisierte Grand mal - Anfälle, elementar fokale Anfälle und psychomotorische Anfälle.

Tabelle 1 : Einteilung der epileptischen Anfallsformen

Anfallsformen	abs. Häufigkeit (n)
I) generalisierte Anfälle	
1) primär generalisierte Grand mal - Anfälle	62
2) altersgebundene kleine Anfälle	12
II) Partialanfälle	
1) mit elementarer Symptomatologie (syn. elementar fokale Anfälle)	23
2) mit komplexer Symptomatologie (syn. psychomotorische Anfälle)	22
3) sekundär generalisierte Partialanfälle	
a) kombiniert mit elementar fokalen Anfällen	12
b) kombiniert mit psychomotorischen Anfällen	10
III) unilaterale oder vorwiegend unilaterale Anfälle	
Hirnstammanfälle	4
IV) unklassifizierbare epileptische Anfälle	13

Für unsere statistischen Auswertungen wählten wir den Chi-Quadrat-Vierfeldertest.

III) P R O B L E M S T E L L U N G

In der vorliegenden Arbeit wurden Antworten zu folgenden Fragen gesucht :

1) Zeigen primär generalisierte Grand mal - Anfälle ein anderes statistisches Muster computertomographischer Befunde als elementar fokale und psychomotorische Anfälle ?

2) Die häufigste positive computertomographische Diagnose lautete "hypodense Zone" (n=26). Welches pathoanatomische Substrat verbirgt sich hinter dieser Diagnose und wie unterscheiden sich die betreffenden Patienten von Patienten mit computertomographisch gesicherter Hirnatrophie ?

3) Anfallsleiden infolge frühkindlichen Hirnschadens (syn. Perinatalschaden) war die zweithäufigste klinische Diagnose in unserem Patientengut. Ermöglicht die Computertomographie einen besseren Einblick in die morphologischen Veränderungen bei dieser Art von Anfallsleiden ?

Außerdem wurden die computertomographischen Befunde verglichen mit den EEG-Befunden sowie mit den Aussagen herkömmlicher Kontrastmittel-Untersuchungen (cerebrale Angiographie und Pneumenzephalographie).

IV) E R G E B N I S S E

1) Computertomographische (CT-) Befunde

67 der angefertigten Computertomogramme waren normal, und 69 wiesen pathologische Veränderungen auf (vgl. Tabelle 2a).

Tabelle 2a : Computertomographische Befunde

CT-Befunde	abs. Häufigkeit (n)	rel. Häufigkeit (%)
pathologisch	69	51
normal	67	49
zusammen	136	100

Tabelle 2b : Zahlenmäßige Aufteilung der einzelnen CT-Befunde

CT-Befunde	abs. Häufigkeit (n) [1]
hypodense Zone	26
Ventrikelerweiterung	19
Hirnrindenatrophie	18
Tumor	11
Zyste	4
Verkalkungen	2
hyperdense Zone	2
Hirnödem	1
Schädelasymmetrie	1
Subduralerguß	1
regelrecht	67

1) Die Anzahl der CT-Befunde stimmt nicht mit der Anzahl der Patienten (n=136) überein, da bei einigen Patienten verschiedene pathologische CT-Befunde gleichzeitig erhoben wurden.

In diesem Kapitel werden die pathologischen CT's näher analysiert (s. auch Tabelle 2b).
Bei 26 Patienten und damit am häufigsten anzutreffen waren hypodense Zonen, gefolgt von Ventrikelerweiterung und Hirnrindenatrophie, die wir 19 bzw. 18 mal diagnostizierten. Die Befunde "Ventrikelerweiterung" bzw. "Hirnrindenatrophie" traten in den meisten Fällen kombiniert auf, die kombinierten Befunde faßten wir unter dem Begriff "Hirnatrophie" zusammen. Zahlenmäßig an vierter Stelle folgten Hirntumoren (n=11). Zystische Veränderungen traten bei 4 Patienten auf. Bei 2 Patienten fanden sich Verkalkungen. Die beiden hyperdensen Zonen waren folgendermaßen zu interpretieren : bei einer Patientin stellte sich ein hyperdenser Bezirk im linken Temporallappen kalottennah nach Kontrastmittelgabe (Conray 60) dar. Bei dem zweiten Patienten registrierten wir rechts temporal eine leichte Vermehrung der Gewebsdichte mit einer umschriebenen zentralen Aufhellung. Nach Kontrastmittelgabe zeigte sich keine wesentliche Änderung. Ein später angefertigtes Kontroll-CT bestätigte den hyperdensen Befund. Mittels Carotis- und retrograder Brachialisangiographie konnte in diesem Fall ein raumfordernder Prozeß ausgeschlossen werden. Bei jeweils einem Patienten ergab der CT-Befund ein Hirnödem, eine Schädelasymmetrie und einen Subduralerguß.

2) EEG-Befunde

127 Patienten wurden elektroenzephalographisch untersucht. Wir registrierten 25 normale und 102 pathologische EEG's. Die pathologischen Befunde untergliederten sich wie folgt : Herdbefunde wurden am häufigsten diagnostiziert (n=46), Allgemeinveränderungen und Dysrhythmien fanden sich in 23 bzw. 21 Fällen. Unter den elektroenzephalographisch ermittelten Krampfaktivitäten waren 22 fokaler und 19 diffuser Natur (vgl. auch Tabelle 3b).

Tabelle 3a : EEG-Befunde

EEG-Befunde	abs. Häufigkeit (n)	rel. Häufigkeit (%)
pathologisch	102	80
normal	25	20
zusammen	127	100

Tabelle 3b : Zahlenmäßige Aufteilung der einzelnen EEG-Befunde

EEG-Befunde	abs. Häufigkeit (n) [1]
Herdbefund	46
Allgemeinveränderung	23
fokale Krampfaktivität	22
Dysrhythmie	21
diffuse Krampfaktivität	19
normal	25

3) Anfallstyp und computertomographischer Befund

Bei den Patienten mit primär generalisierten Grand mal - Anfällen fanden wir 32 normale CT's. Die pathologischen CT's zeigten 10 Hirnrindenatrophien, 11 hypodense Zonen, 9 Ventrikelerweiterungen, 5 Tumoren, 2 Zysten und einen Subduraler-guß; bei einem Patienten fanden sich Verkalkungen.
In der Gruppe mit elementar fokalen Anfällen fanden wir 6 normale CT's. An pathologischen Befunden imponierten 8 hypodense Zonen, 4 Tumoren, je 3 Ventrikelerweiterungen und Hirnrindenatrophien, eine Zyste und ein Hirnödem.

1) Die Fußnote auf Seite 8 gilt sinngemäß auch für die EEG-Befunde

Bei unseren Patienten mit psychomotorischen Anfällen registrierten wir 12 normale CT's. Die pathologischen CT's wiesen 5 hypodense Zonen, 2 Tumoren und in je einem Fall Ventrikelerweiterung, Schädelasymmetrie und Verkalkungen auf.
Von unseren Patienten mit altersgebundenen kleinen Anfällen wiesen 7 regelrechte CT's auf. An pathologischen CT-Befunden registrierten wir je 2 Ventrikelerweiterungen und Hirnrindenatrophien, eine Zyste und eine hypodense Zone.
In der Patientengruppe mit unklaren Bewußtlosigkeiten erhielten wir 9 normale CT's. Außerdem fanden sich 2 hyperdense Zonen, 2 Ventrikelerweiterungen und eine Hirnrindenatrophie.
Bei unseren Patienten mit Hirnstammanfällen fanden wir je 2 Ventrikelerweiterungen und Hirnrindenatrophien sowie eine hypodense Zone. Bei einem Patienten fiel das CT normal aus.

In diesem Zusammenhang interessierte uns vor allem die Frage, ob primär generalisierte Grand mal - Anfälle ein anderes statistisches Muster computertomographischer Befunde zeigten als elementar fokale und psychomotorische Anfälle. Abbildung 2 vergleicht die CT-Befunde bei primär generalisierten Grand mal-Anfällen und elementar fokalen Anfällen.

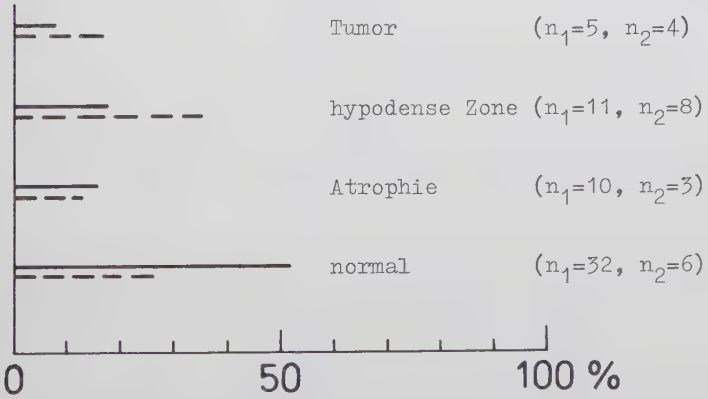

Abbildung 2 : Vergleich der CT-Befunde bei primär generalisierten Grand mal - (——,n_1) und elementar fokalen Anfällen (– –,n_2)

Es gab offensichtlich Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen. Für die statistische Auswertung wählten wir den Chi-Quadrat-Vierfeldertest. Im folgenden beziehen wir uns auf die Aussage des Chi-Quadrat-Vierfeldertests, wenn wir von Signifikanz sprechen. Herdförmige Veränderungen wie Tumoren und hypodense Zonen waren bei elementar fokalen Anfällen signifikant häufiger anzutreffen als bei generalisierten Anfällen. Der Zusammenhang zwischen fokalem Anfallstyp und der CT-Diagnose "Tumor" erwies sich als hoch signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0{,}02$), ebenso der zwischen fokalem Anfallstyp und der CT-Diagnose "hypodense Zone" ($p < 0{,}05$). Dagegen gab es doppelt so viele normale CT-Befunde (52%) bei primär generalisierten Grand mal - Anfällen als bei elementar fokalen Anfällen (26%). Der Zusammenhang zwischen pathologischem CT-Befund und fokalem Anfallstyp war ebenfalls statistisch signifikant ($p < 0{,}05$). Im Bezug auf die CT-Diagnose "Hirnatrophie" unterschieden sich primär generalisierte Grand mal - und elementar fokale Anfälle nicht signifikant.

Weiterhin verglichen wir die CT-Befunde bei primär generalisierten Grand mal - Anfällen mit den CT-Befunden bei psychomotorischen Anfällen. Der Prozentsatz an Tumoren, hypodensen Zonen und normalen Befunden war bei beiden Anfallstypen ähnlich (vgl. Abbildung 3).

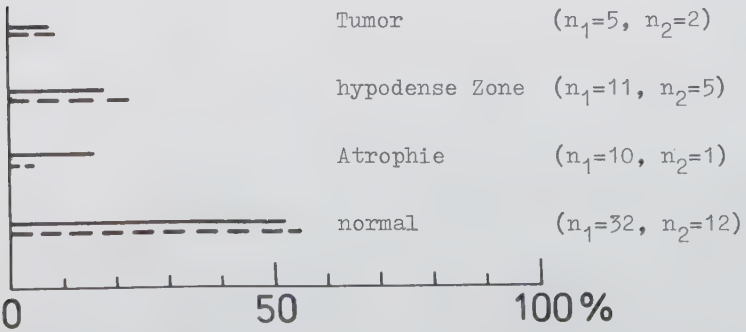

Abbildung 3 : Vergleich der CT-Befunde bei primär generalisierten Grand mal - (——, n_1) und psychomotorischen Anfällen (— —, n_2)

Die psychomotorischen Anfälle unterschieden sich also im Bezug auf die computertomographischen Befunde nicht signifikant von den primär generalisierten Grand mal - Anfällen, während sich die elementar fokalen Anfälle signifikant von den erwähnten Grand mal - Anfällen unterschieden (5).

4) Anfallstyp und EEG-Befund

In der Gruppe der Patienten mit primär generalisierten Grand mal - Anfällen (n=62) registrierten wir 24 Herdbefunde im EEG. 13 EEG's wiesen Dysrhythmien auf, in je 8 Fällen diagnostizierten wir diffuse bzw. fokale Krampfaktivität; 6 EEG's waren allgemeinverändert. Bei 11 Patienten war kein pathologischer Befund im EEG zu erheben.
Bei den Patienten mit elementar fokalen Anfällen (n=23) sahen wir je 6 Herdbefunde und Dysrhythmien, 3 Allgemeinveränderungen, in 3 Fällen fokale Krampfaktivität und in einem Fall diffuse Krampfaktivität. Zwei der EEG's waren völlig regelrecht.
Unsere Patienten mit psychomotorischen Anfällen (n=22) wiesen im EEG je 9 Herdbefunde und Allgemeinveränderungen auf, 7 EEG's zeigten fokale und 4 diffuse Krampfaktivität, 3 waren dysrhythmisch verändert und ebenfalls 3 ohne pathologischen Befund.
Bei den Patienten mit altersgebundenen kleinen Anfällen (n=12) wiesen alle EEG's pathologische Veränderungen auf. Zahlenmäßig an der Spitze lagen Herdbefunde (n=5) und diffuse Krampfaktivität (n=5), gefolgt von fokaler Krampfaktivität (n=4). Bei je 2 Patienten sahen wir Dysrhythmien und Allgemeinveränderungen.
In der Gruppe mit unklaren Bewußtlosigkeiten (n=13) waren 6 der abgeleiteten EEG's regelrecht. In je 2 Fällen registrierten wir Herdbefunde, Allgemeinveränderungen und diffuse Krampfaktivität.
Bei den Patienten mit Hirnstammanfällen (n=4) wiesen 3 EEG's keine pathologischen Veränderungen auf. Das pathologische EEG erbrachte einen Herdbefund und eine Dysrhythmie.

5) Vergleich der CT- und EEG-Befunde

127 von insgesamt 136 Patienten wurden sowohl computertomographisch als auch elektroenzephalographisch untersucht. Beim Vergleich der beiden Untersuchungsmethoden stellten wir in 63 Fällen gleichlautende Ergebnisse fest; in 64 Fällen stimmten die Aussagen beider Untersuchungen nicht überein. Bei den übereinstimmenden Ergebnissen waren in 18 Fällen sowohl CT- als auch EEG-Befund normal, in 45 Fällen beide pathologisch. In den Fällen, bei denen mittels EEG- und CT-Untersuchung verschiedene Resultate erzielt wurden, war bei 49 pathologischen EEG's der CT-Befund regelrecht, während bei 15 normalen EEG's pathologische Computertomogramme registriert wurden.

6) Beziehung zwischen Anfallstyp und neurologischem Untersuchungsbefund

Unsere Patientengruppe mit primär generalisierten Grand mal-Anfällen (n=62) zeigte in 21 Fällen keinerlei neurologische Auffälligkeiten. An pathologischen neurologischen Befunden sahen wir in dieser Gruppe vor allem Hirnnervenstörungen (n=16), gefolgt von Halbseitenstörungen (n=12). 8 Patienten zeigten einen Nystagmus, 7 Patienten wiesen ein hirnorganisches Psychosyndrom auf und 6 litten an Koordinationsstörungen.

Bei den Patienten mit elementar fokalen Anfällen (n=23) waren erwartungsgemäß vor allem Halbseitenbefunde (n=18) zu erheben. Weiterhin sahen wir Hirnnervenstörungen, Nystagmus und hirnorganische Psychosyndrome in je 3 Fällen. Je ein Patient litt an Hirndruck bzw. Koordinationsstörungen. Vier Patienten waren neurologisch unauffällig.

In der Gruppe mit psychomotorischen Anfällen (n=22) diagnostizierten wir 7 Halbseitenstörungen, je 5 Hirnnerven- und Koordinationsstörungen, 5 Patienten zeigten einen Nystagmus und ein Patient ein hirnorganisches Psychosyndrom. 8 Patienten waren neurologisch unauffällig.

Bei der neurologischen Untersuchung unserer Patienten mit altersgebundenen kleinen Anfällen (n=12) fanden wir je 3 Halbseitenbefunde und Koordinationsstörungen, 2 Patienten wiesen ein hirnorganisches Psychosyndrom auf. Bei 5 Patienten sahen wir keine neurologischen Auffälligkeiten.
13 Patienten litten an unklaren Bewußtlosigkeiten. Bei 4 dieser Patienten sahen wir einen Nystagmus, bei 4 Halbseitenstörungen; bei 2 Patienten fand sich ein hirnorganisches Psychosyndrom und bei je einem Patienten Hirnnerven- bzw. Koordinationsstörungen. 4 Patienten zeigten sich neurologisch unauffällig.
Bei unseren Patienten mit Hirnstammanfällen (n=4) diagnostizierten wir 3 Halbseiten-, 2 Hirnnervenstörungen und eine Koordinationsstörung. Sämtliche Patienten mit diesem Anfallstyp boten somit neurologische Auffälligkeiten.

7) Beziehung zwischen neurologischem und computertomographischem Befund

Gute Übereinstimmung fanden wir beim Vergleich der CT-Befunde mit den Ergebnissen der neurologischen Untersuchung. In 94 Fällen standen die Aussagen beider Untersuchungen in Einklang, in 55 Fällen brachten beide einen pathologischen und in 39 Fällen einen regelrechten Befund. Unterschiedliche Ergebnisse erhielten wir bei 42 Patienten. Bei 30 normalen CT-Befunden erwies sich der neurologische Status als pathologisch, während umgekehrt 12 pathologischen CT's ein völlig normaler neurologischer Befund zugeordnet werden konnte.
Im folgenden Abschnitt stellen wir den neurologischen Diagnosen die einzelnen computertomographischen Befunde gegenüber.
Halbseitenstörungen traten in 13 Fällen bei regelrechtem CT auf. An pathologischen CT-Befunden erhielten wir bei Patienten mit Halbseitenstörungen 14 hypodense Zonen, 8 Tumoren, 6 Ventrikelerweiterungen, 3 Hirnrindenatrophien, 3 zystische Veränderungen sowie jeweils eine hyperdense Zone, Verkalkungen, Schädelasymmetrie und ein Hirnödem.
Hirnnervenstörungen entsprachen 11 regelrechte CT's, 6 hypo-

dense Zonen, 5 Tumoren, 5 Hirnrindenatrophien, 4 Ventrikelerweiterungen und 4 Zysten.
Einen Nystagmus stellten wir bei 22 Patienten fest. Von diesen 22 Patienten wiesen 16 normale und 6 pathologische CT's auf. Die pathologischen CT-Befunde untergliederten sich in 2 hypodense Zonen, 2 Zysten, eine hyperdense Zone und eine Schädelasymmetrie.
Ein hirnorganisches Psychosyndrom war 6 regelrechten CT's zuzuordnen, außerdem 6 Ventrikelerweiterungen, je 5 Tumoren und Hirnrindenatrophien und 2 Zysten.
Koordinationsstörungen wurden bei 4 normalen CT's diagnostiziert. An pathologischen CT-Befunden erhoben wir 3 Zysten, einen Subduralerguß, einen Tumor und je eine Verkalkung, hypodense Zone, Ventrikelerweiterung und Hirnrindenatrophie.
Bei einem Patienten stellten wir Hirndruckzeichen fest. Das CT zeigte bei diesem Patienten ein Hirnödem.
Bei 39 Patienten entsprachen sich regelrechte neurologische und computertomographische Befunde. Einen normalen neurologischen Status fanden wir außerdem bei 12 pathologischen Computertomogrammen. Die pathologischen CT-Befunde bestanden aus 5 hypodensen Zonen, 4 Hirnrindenatrophien, 2 Ventrikelerweiterungen und einem Tumor.

8) Gegenüberstellung von Anfallshäufigkeit, Beginn des Anfallsleidens und computertomographischen Ergebnissen

Die Anfallshäufigkeit bei Patienten mit normalen und bei Patienten mit pathologischen CT-Befunden ist aus Tabelle 4 ersichtlich. Wir stellten keinen nennenswerten Unterschied zwischen beiden Gruppen fest.

Auch im Bezug auf den Beginn des Anfallsleidens gab es keine auffallenden Unterschiede zwischen Patienten mit normalen und Patienten mit pathologischen Computertomogrammen.

Tabelle 4 : Anfallshäufigkeit unserer Patienten

Anfallshäufigkeit	Computertomogramm normal	pathologisch
1 Anfall bisher	8	7
2 Anfälle bisher	6	9
1 - 24 Anfälle/Jahr	20	18
wöchentlich	8	6
jeden 2.Tag	2	2
täglich	-	2
mehrmals täglich	9	8
unbekannt	14	17

Tabelle 5 zeigt, in welchem Zeitraum die erste Anfallssymptomatik bei unseren Patienten aufgetreten war.

Tabelle 5 : Gegenüberstellung von computertomographischem Befund und Beginn des Anfallsleidens

Beginn	Computertomogramm normal	pathologisch
1977	3	3
1976	16	28
1975	12	7
1974/1973	16	9
1972 oder früher	20	22

116 der insgesamt 136 Patienten waren bereits oder wurden in unserer Klinik mit antikonvulsiven Medikamenten versorgt. Bei diesen 116 Anfallspatienten erhielten wir 59 (51%) pathologische und 57 (49%) normale CT's. 20 Patienten, vor allem die Gruppe mit nur einem Anfall bisher, erhielten keine Medikamente zur Verhinderung weiterer Anfallsereignisse. Bei 10 Patienten war der CT-Befund normal, bei 10 pathologisch (je 50%).

Zwischen den antikonvulsiv versorgten und den unbehandelten Patienten bestand somit kein nennenswerter Unterschied im Bezug auf die computertomographischen Ergebnisse.

9) Anfallsätiologie und CT-Befunde

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Anfallsätiologie unserer Patienten.

Tabelle 6 : Anfallsätiologie

Ätiologie	Anzahl der Patienten (n)
Tumor, Tumorverdacht, postoperativer Zustand	25
frühkindlicher Hirnschaden	16
cerebrale Ischämie	10
Hirnatrophie	9
toxischer Hirnschaden (Alkohol-, Analgetikaabusus)	9
Trauma	8
entzündliche Gehirnerkrankung	6
Arachnoidalzyste	2
Phakomatose	2
unklarer bulbärer Prozeß	1
unklar	48
zusammen	136

Bei 25 Patienten lag ein Hirntumor, Tumorverdacht oder ein postoperativer Zustand vor. In dieser Gruppe wurden computertomographisch 11 Tumoren aufgedeckt. Die restlichen Befunde verteilten sich auf 8 hypodense Zonen, 2 Zysten, eine Ventrikelerweiterung und eine Kombination aus Hirnrindenatrophie

und Ventrikelerweiterung. 2 CT's waren ohne pathologischen Befund.
16 Patienten wiesen einen frühkindlichen Hirnschaden auf. Bei 12 Patienten (75%) war der CT-Befund völlig regelrecht. An pathologischen CT-Befunden registrierten wir 2 hypodense Zonen, 2 Fälle von Hirnrindenatrophie und eine Schädelasymmetrie.
10 Patienten litten an cerebraler Ischämie. Computertomographisch fanden wir 6 hypodense Zonen, 3 Hirnrindenatrophien und 2 Ventrikelerweiterungen. 3 CT's zeigten keinen pathologischen Befund.
Bei 9 Patienten lautete die Enddiagnose "Hirnatrophie". 7 Patienten wiesen computertomographisch eine kombinierte innere und äußere Hirnatrophie, d.h. Ventrikelerweiterung und Hirnrindenatrophie auf. Je ein Patient zeigte lediglich eine Ventrikelerweiterung bzw. Hirnrindenatrophie.
9 Patienten litten an einem toxischen Hirnschaden, es bestand entweder Alkohol- oder Analgetikaabusus. Bei 8 von 9 Patienten erhielten wir ein völlig regelrechtes CT. Lediglich ein Patient wies computertomographisch eine Hirnrindenatrophie auf.
Bei 8 Patienten ließ sich anamnestisch ein Schädelhirntrauma erheben. Die Anfälle dieser Patienten wurden als posttraumatische Anfälle eingestuft. An computertomographischen Befunden erhielten wir bei dieser Patientengruppe 2 Ventrikelerweiterungen, 2 hypodense Zonen und eine hyperdense Zone. 3 Patienten wiesen ein normales CT auf.
6 Patienten litten an entzündlichen Gehirnerkrankungen, d.h. 2 Patienten an Toxoplasmose und je ein Patient an Meningitis, rhinogener Meningoenzephalitis, Mumpsenzephalitis und Enzephalomyelitis disseminata. Bei 3 Patienten war der CT-Befund regelrecht. Je ein Patient zeigte computertomographisch eine hypodense Zone, Ventrikelerweiterung und ein Hirnödem.
Bei 2 Patienten lautete die Enddiagnose "Arachnoidalzyste". Phakomatosen wurden bei 2 Patienten diagnostiziert; unter diese Diagnose fielen eine tuberöse Hirnsklerose und ein M. Fahr. Beide Patienten wiesen Verkalkungen im CT auf.
Ein Patient litt an einem unklaren bulbären Prozeß. Das CT

ergab bei diesem Patienten eine kombinierte innere und äußere Hirnatrophie.
Bei 48 Patienten konnte keine Enddiagnose gestellt werden, die Anfallsätiologie blieb bei diesen Patienten unklar. Die überwiegende Mehrzahl der CT-Befunde (n=36) war bei dieser Patientengruppe regelrecht. An pathologischen CT-Befunden ergaben sich 7 hypodense Zonen, 4 Ventrikelerweiterungen, 3 Hirnrindenatrophien, eine hyperdense Zone und ein Subduralerguß.

10) Vergleich der computertomographischen Diagnostik mit Angiographie und Pneumenzephalographie

Bei 55 Patienten konnten wir die Ergebnisse der computertomographischen Untersuchung den Befunden von Angiographie und Pneumenzephalographie gegenüberstellen. Hierbei stimmten in 35 Fällen beide Untersuchungen im Ergebnis überein, bei 20 Patienten erhielten wir unterschiedliche Aussagen bei gleichzeitiger Zuhilfenahme von Computertomographie und Angiographie bzw. Pneumenzephalographie. Dabei stellte sich heraus, daß bei 8 computertomographisch diagnostizierten hypodensen Zonen, 5 Atrophien, einem kombinierten Befund aus Atrophie und hypodenser Zone, einer Erweiterung des linken Seitenventrikels und einem computertomographisch sichtbaren supraselläre Meningeom die Angiographie kein Ergebnis brachte. Umgekehrt blieben 3 Angiographien und eine Pneumenzephalographie ohne computertomographisches Äquivalent. Es handelte sich um einen Fall von auffälliger Mediakonfiguration, einen im mittleren Balkenbereich verdächtig abgeflachten Verlauf der A.pericallosa beidseits, einer pneumenzephalographisch diagnostizierten Einengung des Aquäduktes und Erweiterung des Seitenventrikels; außerdem konnte in einem Fall mittels Angiographie eine Raumforderung in der hinteren Schädelgrube nicht sicher ausgeschlossen werden. Auch in diesem Fall war der CT-Befund völlig regelrecht. Somit stimmten in 64% der Fälle die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden überein, in 36% führten sie zu verschiedenen Ergebnissen.

11) Vergleich der klinischen Befunde bei Patienten mit hypodensen Zonen und Patienten mit Hirnatrophie

"Hypodense Zone" lautete die häufigste pathologische CT-Diagnose (n=26) in unserem Patientengut. Die hypodensen Zonen wurden subkortikal festgestellt, ausgenommen 7 Fälle von zystischen Veränderungen, die kortikale Strukturen einbezogen. Keine der beiden Hemisphären wurde bevorzugt. Hypodense Zonen zeigten keine oder nur minimale Wachstumstendenz, und es gab, wenn überhaupt, nur eine geringe Kontrastmittelanreicherung am Rande. Wiederholte computertomographische Untersuchungen zeigten, daß teilweise die Bezirke erniedrigter Dichte bestehen blieben und teilweise eine Normalisierung des Befundes eingetreten war. Bei allen hypodensen Zonen wurde die Gewebsdichte analysiert. Das interessierende Areal wurde mit dem korrespondierenden Hirnareal der Gegenseite verglichen, und in fast allen Fällen - ausgenommen zwei - blieb die durchschnittliche Dichte für die rechte und linke Hirnhemisphäre verschieden. Die statistische Auswertung ergab, daß die 95%-Intervalle der arithmetischen Mittelwerte keine Überlappung zeigten. In den beiden erwähnten Ausnahmefällen beruhte die Überlappung möglicherweise auf Asymmetrie.
Patienten mit hypodensen Zonen unterschieden sich von Patienten mit der CT-Diagnose "Hirnatrophie" in einer Anzahl klinischer Kriterien (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7 : Vergleich der klinischen Befunde bei Patienten mit hypodensen Zonen (n=26) und Patienten mit Hirnatrophie (n=24)

klinische Befunde	CT-Diagnose hypodense Zone	Hirnatrophie
vorherrschender Anfallstyp	fokal	generalisiert
Anfallshäufigkeit	1 - 24/Jahr	1 - 24/Jahr
Alter	unter 40	unter 40
neurologische Halbseitenbefunde	73%	29%

In der Gruppe mit hypodensen Zonen fanden sich wesentlich mehr fokale Anfälle im Gegensatz zum Übergewicht primär generalisierter Grand mal - Anfälle bei Hirnatrophie. Der Unterschied im Bezug auf den Anfallstyp war signifikant ($p < 0,05$). Die Dauer des Anfallsleidens war in der Gruppe mit hypodensen Zonen kürzer als in der Gruppe mit Hirnatrophie und signifikant kürzer als bei den übrigen Patienten. Neurologischerseits fanden sich bei der großen Mehrzahl der Patienten mit hypodensen Zonen Halbseitenbefunde, während bei Patienten mit Hirnatrophie Halbseitenbefunde und Befunde ohne Seitenbeziehung (d.h. Tetraparese, Ataxie, Nystagmus und psychische Störungen) gleichmäßig vertreten waren. Der Zusammenhang zwischen neurologischem Halbseitenbefund und der CT-Diagnose "hypodense Zone" war hochsignifikant ($p < 0,01$).
Die EEG-Befunde der Patienten mit hypodensen Zonen zeigten in 42% der Fälle generalisierte, in 38% fokale Veränderungen; 20% der abgeleiteten EEG's waren normal. Bei den Patienten mit Hirnatrophie zeigten 40% der EEG's generalisierte und nur 17% fokale Veränderungen; 37% waren normal. In dieser Patientengruppe wurden signifikant weniger fokal veränderte EEG's abgeleitet als bei allen übrigen Patienten ($p < 0,01$). Im Bezug auf Anfallshäufigkeit und Alter der Patienten gab es keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen.

12) Kindliche Anfallspatienten

Der Gruppe kindlicher Anfallspatienten wollen wir ein zusammenfassendes Kapitel widmen. Insgesamt standen uns 22 Kinder mit cerebralen Anfällen im Alter von 6 Monaten bis 14 Jahren zur Verfügung. Wir untersuchten 13 männliche und 9 weibliche Patienten. 10 Kinder litten an primär generalisierten Grand mal - Anfällen, 7 an altersgebundenen kleinen Anfällen und 4 an psychomotorischen Anfällen. Ein Kind zeigte nicht näher klassifizierbare epileptische Anfälle.
Ein frühkindlicher Hirnschaden stand bei 6 Kindern als Enddiagnose fest. In je 2 Fällen machten wir eine Hirnatrophie bzw. Toxoplasmose als anfallsauslösenden Faktor verantwort-

lich. In den beiden Fällen von Hirnatrophie fand sich einmal eine ausgeprägte diffuse Hirnatrophie vor allem der Rindenabschnitte, wahrscheinlich Folge eines Stoffwechseldefekts, im anderen Fall bestand Verdacht auf Kleinhirnatrophie bei computertomographisch nachgewiesener zystischer Erweiterung der Cisterna cerebellomedullaris. Ein chronischer Subduralerguß, ein Hydrozephalus und eine Stoffwechselstörung in Form einer adrenalinhyporeaktiven Hypoglykämie stellten die Enddiagnose bei jeweils einem kindlichen Anfallspatienten dar. In 9 Fällen war keine abschließende Diagnose möglich. Unter den computertomographischen Befunden imponierten 14 regelrechte Ergebnisse. An pathologischen Veränderungen fanden sich 4 Ventrikelerweiterungen, 3 hypodense Zonen, 2 zystische Veränderungen, eine Schädelasymmetrie, eine Hirnrindenatrophie und ein bifrontaler Subduralerguß mit Ausdehnung in den Interhemisphärenspalt.
50% der Kinder (n=11) waren neurologisch unauffällig. Bei den anderen 11 Patienten diagnostizierten wir 4 hirnorganische Psychosyndrome, je 3 Halbseiten- und Koordinationsstörungen, 3 Kinder boten einen Nystagmus und 2 Hirnnervenstörungen. Beim Vergleich der neurologischen und computertomographischen Befunde fanden sich 14 übereinstimmende gegenüber 8 differierenden Aussagen. Bei 9 Kindern waren sowohl CT als auch neurologischer Befund regelrecht, bei 5 Patienten beide pathologisch. In je 4 Fällen war bei normalem CT das Ergebnis der neurologischen Untersuchung pathologisch bzw. bei pathologischem CT der neurologische Status regelrecht.

13) Computertomographische Befunde bei Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden

Frühkindliche Hirnschäden (syn. Perinatalschäden) entstehen zwischen der 30. Gestationswoche und dem Ende des ersten Lebensmonats. Die Ursachen sind exogen und umfassen Plazentainsuffizienz, Hypoxie, Infektionen, Intoxikationen und mechanische Geburtstraumen (53). Wir stellten die Diagnose "Perinatalschaden", wenn eine entsprechende Anamnese mit

Komplikationen während des Geburtsverlaufs zu erheben war und im EEG Allgemeinveränderungen festgestellt wurden.

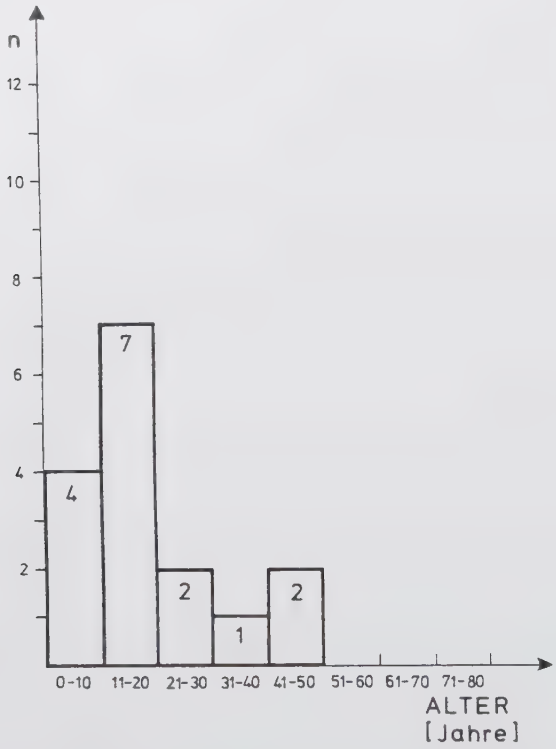

Abbildung 4 : Altersverteilung der Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden (n=16)

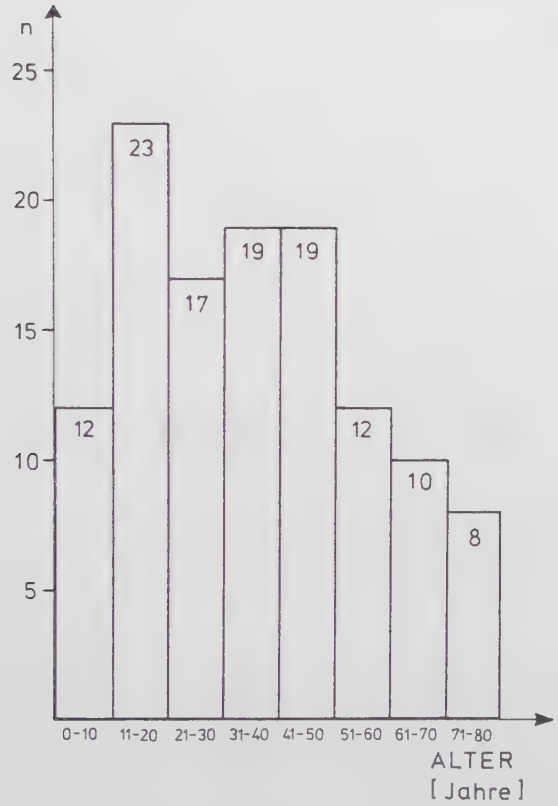

Abbildung 5 : Altersverteilung aller übrigen Patienten (n=120)

75% der Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden wiesen regelrechte CT-Befunde auf. Somit zeigten diese Patienten signifikant mehr normale CT-Befunde als alle übrigen Patienten ($p < 0,05$). Die pathologischen CT-Befunde setzten sich zusammen aus 2 Fällen von Hirnrindenatrophie, 2 hypodensen Zonen und einer Schädelasymmetrie (vgl. Abbildung 6).

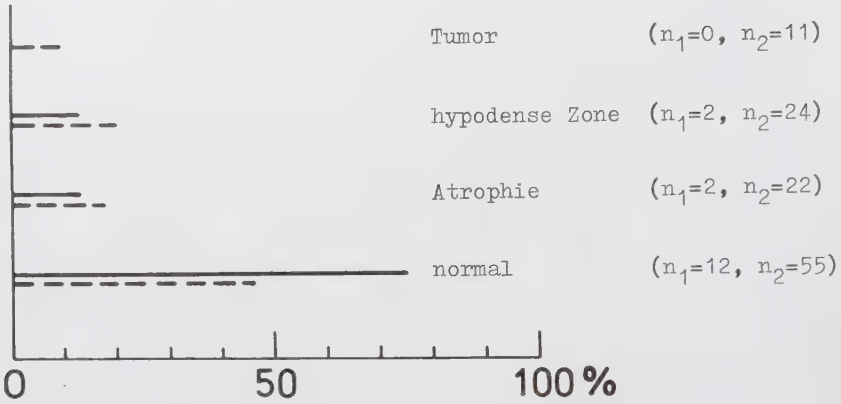

Abbildung 6 : Vergleich der CT-Befunde bei Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden (——, n_1) und allen übrigen Patienten (— —, n_2)

Primär generalisierte Grand mal - Anfälle dominierten auch in dieser Gruppe. Die Anfälle wiederholten sich wöchentlich oder täglich in über der Hälfte der Fälle und hielten schon 3 Jahre oder länger an, obwohl die meisten Patienten noch keine 20 Jahre alt waren. 38% der Patienten wiesen keinerlei neurologische Ausfälle auf, je 31% boten Halbseitenbefunde bzw. Befunde ohne Seitenbeziehung. Während 75% aller CT-Befunde normal ausfielen, wiesen alle abgeleiteten EEG's pathologische Veränderungen auf. 75% waren diffus und 25% fokal alteriert. Durch das Überwiegen diffus veränderter EEG's unterschieden sich Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden signifikant von allen übrigen Patienten ($p < 0{,}02$). Vergleiche hierzu auch Tabelle 8.

Tabelle 8 : Klinische Befunde bei Patienten mit frühkindlichem Hirnschaden verglichen mit allen übrigen Patienten

klinische Befunde	Anfallsätiologie frühkindl. Hirnschaden (n=16)	alle übrigen (n=120)
vorherrschender Anfallstyp	generalisiert	generalisiert
Anfallshäufigkeit	wöchentlich, täglich	1 - 24/Jahr
vorherrschendes Patientenalter	unter 20	über 20
EEG diffus verändert [1)]	12 (75%)	51 (43%)
EEG fokal verändert [2)]	4 (25%)	64 (53%)
EEG normal	-	5 (4%)

Bei cerebralen Anfällen infolge frühkindlichen Hirnschadens waren die CT-Befunde in den meisten Fällen negativ, während die klinischen Zeichen auf einen schweren Epilepsieverlauf hinwiesen (5).

1) Allgemeinveränderung, Dysrhythmie, diffuse Krampfaktivität
2) Herdbefund, fokale Krampfaktivität

V) D I S K U S S I O N

In der vorliegenden Arbeit wurde die Bedeutung der Computertomographie für die Diagnostik cerebraler Anfallsleiden untersucht. Wir legten besonderen Wert auf einen Vergleich dieser neuartigen radiologischen Untersuchungstechnik mit den konventionellen neurologischen Untersuchungsmethoden Elektroenzephalographie, cerebrale Angiographie und Pneumenzephalographie. Es wurden die Aussagekraft der verschiedenen Methoden im Bezug auf Diagnose und ätiologische Klärung cerebraler Anfälle und die Notwendigkeit ihres Einsatzes diskutiert.

Der epileptische Anfall ist eine von vielen pathologischen Reaktionsformen des menschlichen Gehirns. Er hat Symptomcharakter. Dieses Symptom kann durch eine große Zahl primärer oder sekundärer cerebraler Affektionen in Gang gesetzt werden, d.h. es ist unspezifisch. Die Ätiologie cerebraler Anfallsleiden ist uneinheitlich und häufig multifaktoriell. Sie kann entweder eine morphologisch nicht näher faßbare Alteration der Funktion einzelner Gehirnteile sein (sog. "genuine Epilepsie"), bei der erbliche Momente vielfach eine Rolle spielen, oder es liegt eine symptomatische Form vor. Symptomatische cerebrale Anfallsleiden beruhen auf einer nachweisbaren Hirnerkrankung (48,49,50).

Von den einzelnen Anfallstypen interessierten uns die primär generalisierten Grand mal - Anfälle, die elementar fokalen und die psychomotorischen Anfälle, besonders im Hinblick auf die unterschiedlichen statistischen Muster computertomographischer Befunde. Primär generalisierte und elementar fokale Anfälle unterschieden sich statistisch signifikant im Bezug auf die computertomographischen Herdbefunde "Tumor" und "hypodense Zone". Die psychomotorischen Anfälle zeigten dagegen ein ähnliches Verteilungsmuster der CT-Befunde wie die primär generalisierten; auffallend war der hohe Prozentsatz normaler CT-Befunde bei den primär generalisierten (52%) und den psychomotorischen Anfällen (55%). Von den Patienten mit elementar fokalen Anfällen dagegen wiesen nur 26% völlig regelrechte Computertomogramme auf. Auch dieser Unterschied

war statistisch signifikant. Unsere Ergebnisse stehen in Einklang mit der Literatur. GASTAUT et al. (36) sprechen von fast komplettem Fehlen cerebraler Läsionen bei primär generalisierten Anfällen; demgegenüber erwähnen sie die große Zahl pathologischer CT's bei den sekundär generalisierten Formen des West-Syndroms und Lennox-Gastaut-Syndroms; hierbei wurde in den meisten Fällen eine bilaterale frontotemporale Atrophie diagnostiziert. Der höchste Prozentsatz cerebraler Läsionen im CT wurde bei elementar fokalen Anfällen gefunden (63%, in unserem Krankengut sogar 74%). An cerebralen Läsionen fanden sich bei diesem Anfallstyp Tumoren, Abszesse, Empyeme, Angiome, Erweichungsherde, Hirnatrophie und posttraumatische Läsionen. Bevor die Computertomographie als neuartige Untersuchungsmethode in die Neuroradiologie integriert wurde, untersuchte man alle Patienten, bei denen im Erwachsenenalter fokale epileptische Anfälle auftraten, mit herkömmlichen Kontrastmittel-Methoden, Kinder nur ausnahmsweise. Seit der Einführung der Computertomographie ist ein neues diagnostisches Vorgehen möglich. Auch Kinder können jetzt routinemäßig untersucht werden, und Erwachsene müssen nicht wegen einer konventionellen, mit höherem Risiko belasteten Kontrastmittel-Untersuchung stationär aufgenommen werden. Die große Anzahl normaler CT's bei Patienten mit psychomotorischen Anfällen (55%) wird ebenfalls in der Literatur bestätigt (6,9).

Zur Indikationsstellung der CT-Untersuchung bei Anfallskranken dürfte auch der überraschende Befund von Bedeutung sein, daß in einer Studie ein Drittel der Patienten eines Teilkollektivs von 45 Patienten mit cerebralen Tumoren, arteriovenösen Angiomen und raumfordernden Arachnoidalzysten außer den cerebralen Anfällen keine weitere neurologische Symptomatik aufwiesen (13). Es überraschen die vielen unerwartet positiven CT-Befunde bei normalem neurologischen Untersuchungsbefund. In unserem Patientengut fanden wir bei 12 neurologisch völlig unauffälligen Patienten pathologische Computertomogramme. Die pathologischen CT-Befunde bestanden aus 5 hypodensen Zonen, 4 Hirnrindenatrophien, 2 Ventrikelerweiterungen und einem Tumor. SCOLLO-LAVIZZARI et al. fanden

bei 34% aller untersuchten Patienten pathologische Veränderungen im CT, während nur 21% dieser Patienten neurologische Auffälligkeiten zeigten (8). In einer anderen Studie waren 27 Patienten neurologisch unauffällig; von diesen wiesen nur 5 Patienten ein regelrechtes CT auf (14).

Die Computertomographie brachte auch Fortschritte bei der Untersuchung kindlicher Anfallspatienten. Wir untersuchten 22 Kinder im Alter von 6 Monaten bis zu 14 Jahren; von diesen wiesen 64% normale und 36% pathologisch veränderte CT's auf. BACHMAN et al. deckten bei 30% der untersuchten Kinder organische Veränderungen im CT auf. Diese Zahl ist nahezu identisch mit der von uns gefundenen (36%). Die genannten Autoren fanden organische Veränderungen im CT vor allem bei Kindern mit elementar fokalen Anfällen (43%) und bei Kindern, die im EEG Herdbefunde zusammen mit fokaler Krampfaktivität aufwiesen. Der häufigste positive Befund lautete fokale oder diffuse Hirnatrophie (13%). Dieses Ergebnis wurde von anderen Autoren bestätigt (28,37,43,51). Lediglich 2% der im CT aufgedeckten Veränderungen waren von therapeutischer Konsequenz, aber ein regelrechtes CT oder die Diagnose eines ruhenden Prozesses sind dennoch von großer Bedeutung für Familien und Ärzte der Kinder mit chronischen Anfallsleiden (29,30,31). GASTAUT et al. fanden bei Kindern, die an einem West-Syndrom litten (syn. Propulsiv-Petitmal, BNS-Krämpfe), in 81% der Fälle pathologische Computertomogramme, LAGENSTEIN et al. sogar in 100% (38,51). Die häufigste Fehlbildung bestand in diffuser Hirnatrophie, am ausgeprägtesten in der Frontalregion. Zusätzlich wurden bei einigen Kindern Verkalkungen und eine Agenesie des Corpus callosum festgestellt. Bei Kindern mit sekundär generalisierten Formen des Lennox-Gastaut-Syndroms (syn. sekundär generalisierte Verlaufsform des myoklonisch-astatischen Petit mal) wurden in 52% der Fälle und bei Kindern mit primär generalisierten Anfällen nur in 11% pathologische Computertomogramme registriert (38). ZIMMERMAN et al. untersuchten 38 Kinder mit einem Lennox-Gastaut-Syndrom; von diesen

wiesen 53% negative Computertomogramme auf, bei 47% wurden cerebrale Läsionen im CT aufgedeckt. Auch hier lautete die häufigste positive CT-Diagnose "diffuse Hirnatrophie"(32).

Durch die Computertomographie eröffnen sich der klinischen Epilepsieforschung neue Möglichkeiten. Insbesondere bei Spätepilepsien drängt sich eine routinemäßige Abklärung mit diesem Verfahren auf (16,17,24,42). MASUHR et al. untersuchten 139 Patienten mit Spätepilepsien und fanden in 48% der Fälle pathologische Computertomogramme. Die Computertomographie zeigte sich erwartungsgemäß besonders nützlich zur Abklärung symptomatischer Anfallsleiden. Bei Patienten im 3. Lebensjahrzehnt wurden am häufigsten traumatische Läsionen, im 4. Lebensjahrzehnt Tumoren und im 5. Lebensjahrzehnt cerebrovaskuläre Erkrankungen festgestellt. In der Gruppe "genuiner" Spätepilepsien wurde in 25% der Fälle computertomographisch ein Hydrozephalus internus oder externus diagnostiziert, und fast alle Patienten mit Grand mal - Epilepsie, verursacht durch Alkoholentzug, zeigten Hirnatrophie im CT (54).

Die häufigste positive computertomographische Diagnose in unserem Patientengut lautete "hypodense Zone". Wir untersuchten, welches pathoanatomische Substrat sich hinter dieser Diagnose verbarg und wie sich die betreffenden Patienten von Patienten mit Hirnatrophie unterschieden. Unter der CT-Diagnose "hypodense Zone" verbargen sich 8 Hirntumoren und 7 Fälle von cerebraler Ischämie. Bei einem vermuteten Hirntumor wurde bei der Operation kein neoplastisches Gewebe gewonnen. 10 hypodense Zonen konnten nicht näher analysiert werden. In einigen Fällen dürften ein persistierendes fokales Ödem oder andere nichtneoplastische Veränderungen die Ursache des Anfallsleidens gewesen sein (5). Patienten mit hypodensen Zonen unterschieden sich von Patienten mit der CT-Diagnose "Hirnatrophie" in einer Anzahl klinischer Kriterien. In der Patientengruppe mit hypodensen Zonen fanden sich signifikant mehr fokale Anfälle als bei Patienten mit Hirnatrophie; bei letzteren dominierten Grand mal - Anfälle. Die Dauer des Anfallsleidens war in der Gruppe mit hypodensen Zonen kürzer

als in der Gruppe mit Hirnatrophie und signifikant kürzer als bei den übrigen Patienten. Neurologischerseits fanden sich bei der großen Mehrzahl der Patienten mit hypodensen Zonen Halbseitenbefunde, während bei Patienten mit Hirnatrophie Halbseitenbefunde und Befunde ohne Seitenbeziehung (d.h. Tetraparese, Ataxie, Nystagmus und psychische Störungen) gleichmäßig vertreten waren (5).

Anfallsleiden infolge frühkindlichen Hirnschadens war die zweithäufigste klinische Diagnose in unserem Patientengut. Wir wollten herausfinden, ob die Computertomographie einen besseren Einblick in die morphologischen Veränderungen bei dieser Art von Anfallsleiden ermöglicht. Grand mal - Anfälle dominierten auch in dieser Gruppe. Die Anfälle wiederholten sich wöchentlich oder täglich in über der Hälfte der Fälle und hielten schon 3 Jahre oder länger an, obwohl die meisten Patienten noch keine 20 Jahre alt waren. Während die klinischen Befunde einen schweren Epilepsieverlauf anzeigten, fielen 75% aller Computertomogramme normal aus. Demgegenüber waren alle abgeleiteten EEG's pathologisch. Unsere Patienten litten offenbar an leichteren Formen eines frühkindlichen Hirnschadens, für die im CT keine entsprechenden organischen Läsionen aufgedeckt werden konnten. GVOZDANOVIC et al. untersuchten Patienten mit schweren Perinatalschäden, die sich klinisch als cerebrale Kinderlähmung (Little-Krankheit) manifestierten. In diesem Patientengut erwies sich die Computertomographie als zuverlässige diagnostische Methode, mit der in 18 von 20 untersuchten Fällen das morphologische Substrat der Little'schen Lähmung aufgedeckt sowie Art und Ausdehnung des pathologischen Prozesses bestimmt werden konnten. An pathologischen CT-Befunden erhoben die genannten Autoren hypodense Zonen, Hirnrindenatrophien, Ventrikelerweiterungen, Verschiebungen der mediosagittalen Strukturen in Richtung der betroffenen Hirnhemisphäre, Schädelasymmetrien, Unterentwicklung einer Hirnhemisphäre und ausgedehnte intracerebrale Verkalkungen (55).

Die Bedeutung der Computertomographie im Vergleich zu den konventionellen neurologischen Untersuchungsmethoden EEG, cerebrale Angiographie und Pneumenzephalographie, speziell in der Epilepsie-Diagnostik, wird im folgenden Kapitel erläutert. In unserem Krankengut wurden 127 von insgesamt 136 Patienten sowohl computertomographisch als auch elektroenzephalographisch untersucht. 80% der abgeleiteten EEG's zeigten pathologische Veränderungen, 20% waren völlig regelrecht. Bei den CT's wiesen dagegen nur 51% pathologische Veränderungen auf, 49% waren normal. Wir registrierten somit wesentlich mehr pathologische EEG's als Computertomogramme; fast die Hälfte aller Computertomogramme zeigte keinen pathologischen Befund. Diese Diskrepanz zwischen CT- und EEG-Befunden wird auch in der Literatur bestätigt. WESSELY et al. fanden heraus, daß Anfallsmuster im EEG nur dann mit pathologischen CT-Befunden korrespondierten, wenn sie von langsamen Wellen begleitet waren (14). Die beste Übereinstimmung fand man bei Deltawellen-Herden (8). Ein Deltawellen-Herd im EEG eines Erwachsenen bedeutet, daß weitere Untersuchungen nötig sind, heute vorzugsweise mittels Computertomographie (46).

Man muß unterscheiden zwischen der im wesentlichen anatomischen Information durch das CT und der im wesentlichen physiologischen Information durch das EEG (46). Die EEG- Untersuchung dient in erster Linie der cerebralen Funktionsdiagnostik. Aussagen über Ätiologie, Ausdehnung und häufig auch über die genaue Lokalisation eines substantiellen Defektes sind nur analog zur Klinik zu rekonstruieren. Es zeigt sich aber, daß nicht nur die alleinige Anwendung des EEG, sondern auch der CT nur eine unvollständige Diagnostik erlaubt. Einen ausreichenden Überblick gestattet nur die Kombinierung der pathophysiologischen und der pathoanatomischen Befunde (11,44). Es kommen auch negative CT-Befunde bei normalem neurologischen Status vor, bei denen das EEG eine Funktionsstörung aufzudecken vermag. Offenbar gibt es organische Läsionssubstrate in Zonen, die mit der derzeitigen CT-Technik nicht zu erfassen sind, z.B. temporobasal oder im Hirnstamm,

die jedoch elektrobiologisch sehr aktiv sein können. Andererseits ist mit Hirnfunktionsstörungen auch zu rechnen, wenn keine groben anatomischen Läsionen zugrunde liegen (14). Die bedeutende Rolle der Elektroenzephalographie in der Epilepsie-Diagnostik beruht darauf, Krampfherde aufzudecken. Keine andere Methode kann wie die Elektroenzephalographie Dysrhythmien oder photoepileptische Antworten registrieren oder den Einfluß metabolischer Störungen (wie Hyperventilation oder Hypoglykämie) auf die Hirnfunktion sichtbar machen (46). Nach SCOLLO-LAVIZZARI et al. ist bei positivem CT in 95% der Fälle auch ein pathologisches EEG zu erwarten, während bei pathologischem EEG nur in 41% der Fälle mit einem positiven CT zu rechnen ist (17).
In unserem Patientengut gab es eine bemerkenswerte Übereinstimmung zwischen elementar fokalem Anfallstyp, Herdbefunden im CT und Herdbefunden im EEG (10). Nach SCOLLO-LAVIZZARI et al. beträgt die erwähnte Übereinstimmung bei Hirntumoren 97% (8).
Die Diagnose "Epilepsie" wird nach wie vor auf klinischer und elektroenzephalographischer Grundlage gestellt, die Computertomographie erleichtert die ätiologische Klärung des Anfallsleidens (8,18,36).

Beim Vergleich mit herkömmlichen Kontrastmittel-Untersuchungen erweist sich die Computertomographie als führende diagnostische Methode (19,34). Die computertomographische Untersuchung ist schmerzlos und nimmt nur wenig Zeit in Anspruch; außerdem ist sie ambulant durchführbar. Die konventionellen Kontrastmittel-Untersuchungen wie cerebrale Angiographie und Pneumenzephalographie machen dagegen einen stationären Aufenthalt nötig und bedeuten ein höheres Risiko für den Patienten als die Computertomographie. Im Bezug auf die Darstellung von Tumoren, Zysten, Verkalkungen, Ödemzonen und diffuser oder fokaler Hirnatrophie übertrifft die Computertomographie die konventionellen Kontrastmittel-Untersuchungen bei weitem. V.GALL et al. verglichen bei 83 Patienten die Ergebnisse von Computertomographie und Pneumenzephalographie.

Dabei war bei einem Drittel der Patienten die Pneumenzephalographie eindeutig der Computertomographie unterlegen, lediglich bei 10 von 83 Patienten wurden mit der Pneumenzephalographie bessere Ergebnisse erzielt als mit der Computertomographie (12). Seit der Einführung der Computertomographie kann die Pneumenzephalographie in der Epilepsiediagnostik als überholt betrachtet werden (14,45).
Zur Präzisierung der Ausdehnung und zur Artbestimmung (Vaskularisation) eines raumfordernden intrakraniellen Prozesses bleibt die cerebrale Angiographie weiterhin indiziert (48). Ebenso erweist sie sich als unverzichtbar bei der Untersuchung cerebraler Durchblutungsstörungen und arteriovenöser Angiome (15,35). Die Computertomographie ermöglicht aber einen gezielteren und zahlenmäßig geringeren Einsatz dieser Kontrastmittel-Untersuchung (21,25,39).

Die Computertomographie wurde zum diagnostischen Eckpfeiler neben den anderen, unter ambulanten Bedingungen möglichen Verfahren wie Röntgennativaufnahmen und EEG. Dies konnte am Beispiel der Epilepsie als multifaktoriell bedingtem Leiden eindrucksvoll gezeigt werden. Die Computertomographie übertrifft in der Epilepsie-Diagnostik herkömmliche Kontrastmittel-Untersuchungen wie Angiographie und Pneumenzephalographie. Beim nur stationär durchführbaren Pneumenzephalogramm ergaben sich zudem mechanisch durch die Luftfüllung induzierte Täuschungsmöglichkeiten, die nunmehr weitgehend wegfallen. Man darf erwarten, daß bei weiterer konsequenter Anwendung der Methodik das Kontingent nicht näher aufklärbarer cerebraler Anfallsleiden (die Angaben der älteren Literatur schwanken zwischen 32% genuiner Fälle bei Scheidt und 44% bei Lennox) zusehends kleiner wird (15).

VI) Z U S A M M E N F A S S U N G

Im Laufe des Jahres 1977 wurden 136 ausgewählte Patienten mit cerebralen Anfällen computertomographisch untersucht. Der jüngste Patient war 6 Monate, der älteste 76 Jahre alt. Die überwiegende Mehrzahl der Patienten litt an primär generalisierten Grand mal - Anfällen. Unser besonderes Interesse fanden primär generalisierte Grand mal - Anfälle, elementar fokale und psychomotorische Anfälle.
51% der Computertomogramme wiesen pathologische Veränderungen auf, 49% waren normal.
Die CT-Befunde bei primär generalisierten Grand mal - und elementar fokalen Anfällen unterschieden sich erheblich. Herdförmige Veränderungen wie Tumoren und hypodense Zonen ließen sich in einem hohen Prozentsatz fokalen Anfällen zuordnen, während unauffällige CT's am häufigsten bei psychomotorischen und primär generalisierten Grand mal - Anfällen zu finden waren. Psychomotorische Anfälle unterschieden sich im Bezug auf die CT-Befunde nicht signifikant von den genannten Grand mal - Anfällen.
Die häufigste positive CT-Diagnose lautete "hypodense Zone". Patienten mit hypodensen Zonen unterschieden sich von Patienten mit Hirnatrophie in einer Anzahl klinischer Kriterien. In der Gruppe mit hypodensen Zonen dominierten fokale Anfälle im Gegensatz zum Übergewicht generalisierter Anfälle bei Hirnatrophie. Patienten mit hypodensen Zonen wiesen signifikant mehr neurologische Halbseitenbefunde auf als Patienten mit Hirnatrophie. Bei der letztgenannten Gruppe waren Halbseitenbefunde und Befunde ohne Seitenbeziehung gleichmäßig vertreten.
Anfallsleiden infolge eines frühkindlichen Hirnschadens lautete die zweithäufigste klinische Diagnose in unserem Patientengut. Die computertomographischen Befunde waren in 75% der untersuchten Fälle negativ, obwohl die klinischen Zeichen auf einen schweren Epilepsieverlauf hinwiesen.
Die computertomographischen Befunde wurden verglichen mit den EEG-Befunden sowie mit den Aussagen konventioneller Kontrastmittel-Untersuchungen, dabei erwies sich die Compu-

tertomographie als führende diagnostische Methode. Seit der Einführung der Computertomographie kann die Pneumenzephalographie in der Epilepsiediagnostik als überholt betrachtet werden. Zur Artbestimmung (Vaskularisation) eines raumfordernden intrakraniellen Prozesses bleibt die cerebrale Angiographie weiterhin indiziert. Ebenso kann man bei der Untersuchung cerebraler Durchblutungsstörungen und arteriovenöser Angiome nicht auf die Angiographie verzichten.
Die Diagnose "cerebrales Anfallsleiden" wird nach wie vor auf klinischer und elektroenzephalographischer Grundlage gestellt, während die Computertomographie die ätiologische Klärung des Anfallsleidens wesentlich erleichtert. Die Computertomographie wurde zum diagnostischen Eckpfeiler neben den anderen, unter ambulanten Bedingungen durchführbaren Untersuchungsmethoden. Dies konnte am Beispiel der Epilepsie als multifaktoriell bedingtem Leiden eindrucksvoll gezeigt werden.

Herrn Priv.Doz. Dr. F.L. Glötzner danke ich für die Überlassung des Themas und für die stete Hilfsbereitschaft. Weiterhin danke ich Herrn Dr. M. Ratzka für die fachliche Unterstützung bei der Beurteilung hypodenser Zonen im CT.

VII) L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1) E.KAZNER, W.LANKSCH, H.STEINHOFF, J.WILSKE
Die axiale Computer-Tomographie des Gehirnschädels - Anwendungsmöglichkeiten und klinische Ergebnisse.
Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie und ihrer Grenzgebiete 43,487(1975)

2) E.KAZNER, W.LANKSCH, H.STEINHOFF, J.WILSKE
Die axiale Computer-Tomographie des Gehirnschädels - Anwendungsmöglichkeiten und klinische Ergebnisse.
Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie und ihrer Grenzgebiete 43,491-493(1975)

3) B.J.PERRY and C.BRIDGES
Computerized transverse axial scanning (tomography) : Part 3. Radiation dose considerations.
Br.J.Radiol. 46,1048-1051(1973)

4) E.KAZNER, W.LANKSCH, H.STEINHOFF, J.WILSKE
Die axiale Computer-Tomographie des Gehirnschädels - Anwendungsmöglichkeiten und klinische Ergebnisse.
Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie und ihrer Grenzgebiete 43,496-497(1975)

5) F.L.GLÖTZNER, M.COUTANDIN, M.RATZKA
Cranial computerized tomography in patients with seizures.
Advances in epileptology, 385-388(1977)

6) G.F.CARRERA, D.E.GERSON, J.SCHNUR, B.J.McNEIL
Computed Tomography of the Brain in Patients with Headache or Temporal Lobe Epilepsy : Findings and Cost-Effectiveness.
J.Comput.Assist.Tomography 1(2),200-203(1977)

7) B.M.BOGDANOFF, C.R.STAFFORD, L.GREEN and C.F.GONZALEZ
Computerized transaxial tomography in the evaluation of patients with focal epilepsy.
Neurology 25,1013-1017(1975)

8) G.SCOLLO-LAVIZZARI, K.EICHHORN and R.WÜTHRICH
Computerized Transverse Axial Tomography (CTAT) in the Diagnosis of Epilepsy.
Eur.Neurol. 15,5-8(1977)

9) L.SOREL, D.de BIOLLEY et L.MECHLER
La tomographie assistée par calculateur et les entités épileptiques.
Acta neurol.belg. 78,232-241(1978)

10) F.J.X.HAHN and R.L.SCHAPIRO
The Excessively Small Ventricle on Computed Axial Tomography of the Brain.
Neuroradiology 12,137-139(1976)

11) H.MAXION, M.v.GALL, H.BECKER and H.PETERS
EEG Intervallanalysis in Comparison with Computerized Tomography in Epileptic Patients.
In : D.JANZ
Epileptology, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, S.401-404 (1976)

12) M.v.GALL, H.BECKER and H.MAXION
Computerized Tomography in Epilepsy Diagnosis.
In : D.JANZ
Epileptology, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, S.357-363 (1976)

13) J.GAWLER, G.H.du BOULAY, J.W.D.BULL, J.MARSHALL
Computer-Assisted Tomography (EMI Scanner).
The Lancet, 419-423(1974)

14) P.WESSELY, TH.REISNER, K.ZEILER
Vergleichende elektroenzephalographische und computer-tomographische Befunde bei posttraumatischer Epilepsie.
Z.EEG-EMG 9,182-186(1978)

15) M.v.GALL, H.BECKER und H.HACKER
Die Computer-Tomographie in der Diagnostik der Epilepsie.
Nervenarzt 48,72-76(1977)

16) L.BAKER jr. und J.E.THOMAS
Computierte transaxiale Tomographie des Kopfes (EMI Scan).
Fortschr.Röntgenstr. 123,4,293-299(1975)

17) G.SCOLLO-LAVIZZARI , K.EICHHORN, U.WIGGLI
Die Computer-Tomographie in der Epilepsie-Diagnostik.
Eine elektroenzephalo-tomographische Vergleichsstudie.
Z.EEG-EMG 7,189-192(1976)

18) F.HAJNSEK, N.GUBAREV, V.NUTRIZIO, V.IVACIC-BOHACEK and Z.CEMALOVIC-BOKO
A Comparative Study of Partial Epilepsies using Computerized Tomography, EEG, ECHO and Brain Scanning.
Acta med.jug. 32,323-332(1978)

19) P.F.J.NEW, W.R.SCOTT, J.A.SCHNUR, K.R.DAVIS and J.M.TAVERAS
Computerized Axial Tomography with the EMI Scanner.
Radiology 110,109-123(1974)

20) G.N.HOUNSFIELD
Computerized transverse axial scanning (tomography) :
Part 1. Description of system.
Br.J.Radiol. 46,1016-1022(1973)

21) J.AMBROSE
Computerized transverse axial scanning (tomography) :
Part 2. Clinical application.
Br.J.Radiol. 46,1023-1047(1973)

22) R.PAXTON and J.AMBROSE
The EMI scanner. A brief review of the first 650 patients.
Br.J.Radiol. 47,530-565(1974)

23) K.R.HILL
The EMI-scanner : technical aspects.
Br.J.Hosp.Med. - Equipment Supplement,5-13(1974)

24) J.AMBROSE
The EMI-scanner : clinical use.
Br.J.Hosp.Med. - Equipment Supplement,14-21(1974)

25) AYUB KHAN OMMAYA
Computerized Axial Tomography of the Head : The EMI-Scanner, A New Device for Direct Examination of the Brain "In Vivo".
Surg.Neurol.,Vol.1,217-221(1973)

26) G.H.du BOULAY
New techniques for diagnostic radiology.
Proceedings of the British Institute of Radiology,Vol.46 No.542,148-149(1973)

27) H.L.BAKER jr., J.K.CAMPBELL, D.W.HOUSER, D.F.REESE, P.F.SHEEDY, C.B.HOLMAN
Computer Assisted Tomography of the Head.
Mayo Clin.Proc. 49,17-26(1974)

28) M.R.GOMEZ and D.F.REESE
Computed Tomography of the Head in Infants and Children.
Pediat.Clin.North Am. 23,473-498(1976)

29) O.W.HOUSER, J.B.SMITH, M.R.GOMEZ, H.L.BAKER jr.
Evaluation of intracranial disorders in children by computerized transaxial tomography : A preliminary report.
Neurology 25,607-613(1975)

30) D.S.BACHMAN, F.J.HODGES III and J.M.FREEMAN
Computerized Axial Tomography in Chronic Seizure Disorders of Childhood.
Pediatrics Vol. 58, No. 3,343-357(1976)

31) D.C.HARWOOD-NASH and D.L.BRECKBILL
Computed tomography in children : A new diagnostic technique.
J.Pediatr. Vol. 89, No.6,828-832(1976)

32) A.W.ZIMMERMAN, E.NIEDERMEYER and F.J.HODGES
Lennox-Gastaut Syndrome and Computerized Axial Tomography Findings.
Epilepsia 18(4),463-464(1977)

33) J.W.D.BULL
The future of computerised axial tomography.
J.Neuroradiology 3,335-338(1976)

34) J.PH.KISTLER, F.H.HOCHBERG, B.R.BROOKS, E.P.RICHARDSON jr., P.F.J.NEW and J.SCHNUR
Computerized axial tomography : Clinicopathologic correlation.
Neurology 25,201-209(1975)

35) G.F.MARCHESI, A.M.MAURO, U.PASQUINI, L.PROVINCIALI, U.SALVOLINI
Premières Expériences Avec Tomographie Assistée Par Calculateur (TAC) Chez 32 Sujets Atteints De Syndromes Épileptiques Différents.
Riv.Pat.Nerv.Ment. 98,36-45(1977)

36) H.GASTAUT, J.L.GASTAUT, H.REGIS et B.MICHEL
L'Apport De La Tomographie Assistée Par Calculateur Au Diagnostic Etiologique Des Epilepsies.
Rev. E.E.G. Neurophysiol. 7,4,423-442(1977)

37) J.-P. HEHUNSTRE, A.DOP, PH.CONSTANT, D.FONTAN, F.SAUDUBRAY, J.-M. GUILLARD, J.BATTIN et J.CAILLE
Exploration Tomodensitométrique En Pathologie Cérébrale Infantile.
Pediatrie 32 (4),347-370(1977)

38) H.GASTAUT, J.L.GASTAUT, H.REGIS, R.BERNARD, N.PINSARD, M.SAINT-JEAN, J.ROGER, C.DRAVIET
Computerized Tomography in the Study of West's Syndrome.
Develop.Med.Child Neurol. 20,21-27(1978)

39) M.COLLARD, H.DUPONT, G.NOEL
Ere nouvelle de la neuroradiologie : la tomographie axiale transverse computérisée-T.A.T.C. (Emi-Scanner) et ses indications.
J.Radiol.Electrol. 56,453-469(1975)

40) E.C.McCULLOUGH, H.L.BAKER jr., O.W.HOUSER and D.F.REESE
An Evaluation of the Quantitative and Radiation Features of a Scanning X-Ray Transverse Axial Tomograph : The EMI Scanner.
Radiology 111,709-715(1974)

41) P.F.J.NEW, W.R.SCOTT, J.A.SCHNUR, K.R.DAVIS, J.M.TAVERAS and F.H.HOCHBERG
Computed Tomography with the EMI Scanner in the Diagnosis of Primary and Metastatic Intracranial Neoplasms.
Radiology 114,75-87(1975)

42) R.SCHWEINGRUBER
Einführung
Schweiz.Rundschau Med. (PRAXIS) 66,1329-1330(1977)

43) T.KITAHARA and Y.MAKI
A Case of Sturge-Weber Disease with Epilepsy and Intracranial Calcification at the Neonatal Period.
Eur.Neurol. 17,8-12(1978)

44) L.SOREL, M.RUCQUOY-PONSAR et J.HARMANT
Electroencéphalogramme et tomographie assistée par calculateur dans 393 cas d'épilepsie.
Acta neurol.belg. 78,242-252(1978)

45) H.R.MÜLLER, R.WÜTHRICH, R.HÜNIG, M.ELKE and A.v.HOCHSTETTER
A Graphical Reporting System for Computerized Axial x-Ray Tomography (EMI Scanning).
Europ.Neurol. 11,197-207(1974)

46) E.M.R.CRITCHLEY
Electroencephalography today.
J.R.Soc.Med., Vol.71,473-476(1978)

47) W.R.SCOTT, P.F.J.NEW, K.R.DAVIS and J.A.SCHNUR
Computerized Axial Tomography of Intracerebral and Intraventricular Hemorrhage.
Radiology 112,73-80(1974)

48) M.MUMENTHALER
Neurologie, 6.Auflage, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, S.68-78(1979)

49) A.MATTHES
Epilepsie, 3.Auflage, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, S.1(1977)

50) O.HALLEN
Klinische Neurologie, 2.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S.267-268(1975)

51) J.LAGENSTEIN, G.KÜHNE, K.H.P.BENTELE, M.ROTHE
Computertomographische Befunde bei verschiedenen kindlichen Epilepsien mit Grand mal - Anfällen und Herdanfällen sowie Fieberkrämpfen.
Nervenarzt 51,607-615(1980)

52) S.LANGE, TH.GRUMME, W.MEESE
Zerebrale Computer-Tomographie.
Schering AG Berlin, Bergkamen, Berlin, S.9(1977)

53) S.LANGE, TH.GRUMME, W.MEESE
Zerebrale Computer-Tomographie.
Schering AG Berlin, Bergkamen, Berlin, S.50(1977)

54) K.F.MASUHR, TH.GRUMME and D.JANZ
Computed Tomography in the Differential Diagnosis of Late-Onset Epilepsy.
In : W.LANKSCH and E.KAZNER
Cranial Computerized Tomography, 1.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S.233-236(1976)

55) V.GVOZDANOVIC, S.DOGAN, S.SIMUNIC, V.MARINSEK-CICIN-SAIN, J.FRANJIC and A.MIKLAUSIC
In : W.LANKSCH and E.KAZNER
Cranial Computerized Tomography, 1.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S.430-433(1976)

L E B E N S L A U F

Am 5. Juni 1955 wurde ich, Monika Hekman geb. Coutandin, als älteste Tochter des Programmierers Otto Coutandin und seiner Ehefrau Hiltrude,geb. Debor, in Stockstadt/Main geboren. Von 1961 bis 1967 besuchte ich die Volksschule in Stockstadt, von 1967 bis 1974 das Karl-Theodor-von-Dalberg-Gymnasium in Aschaffenburg.
Im Wintersemester 1974/75 begann ich das Studium der Medizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Am 7. Oktober 1980 unterzog ich mich in Würzburg dem schriftlichen und am 6. November 1980 dem mündlichen Abschnitt der Ärztlichen Prüfung. Am 27. November 1980 erhielt ich die Approbation als Arzt.
Seit 1. März 1981 bin ich als Assistenzärztin in der Anästhesie-Abteilung der Missionsärztlichen Klinik Würzburg tätig.

Monika Hekman

Druckerei A. Staudenraus Würzburg